ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



Научная статья
УДК 504.058
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56



Динамика антропогенного загрязнения реки Глубокой в Ростовской области

О. В. Дымникова , **А. Э. Борман**
Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Рассмотрены проблемы ухудшения качества воды в реках на территории Ростовской области, их обмеление и пересыхание. Деградация водоемов связана с различными аспектами хозяйственной и производственной деятельности. Негативная динамика зависит от интенсивности воздействия. Ситуацию можно стабилизировать или улучшить, реализуя природоохранные мероприятия.
Постановка задачи. Задачей данного исследования является мониторинг качества воды реки Глубокая в Ростовской области. Рассмотрены разные участки русла, оценена степень негативного антропогенного воздействия.
Теоретическая часть. Проведены исследования качества воды в трех створах реки Глубокая на территории городов Миллерово и Каменска-Шахтинского, а также рядом с ними. Содержание аммиака и фосфора определено спектрофотометрическими методами, нефтепродуктов — с помощью инфракрасной (ИК) фотометрии. Показатели загрязненности фиксировались в течение трех лет с определенной периодичностью. Сопоставлены результаты этих замеров и нормативные значения.
Выводы. Итоги исследований химического состава воды проанализированы в динамике, с учетом антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: химический состав, загрязнение водных объектов, антропогенное воздействие.

Для цитирования: Дымникова, О. В. Динамика антропогенного загрязнения реки Глубокой в Ростовской области / О. В. Дымникова, А. Э. Борман // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 48–56. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56



Original article

Dynamics of anthropogenic pollution of the Glubokaya River in the Rostov Region

O. V. Dymnikova , **A. E. Borman** 
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The article deals with the problems of deterioration of water quality in rivers in the Rostov region, their shallowing and drying out. The degradation of reservoirs is associated with various aspects of economic and industrial anthropogenic activities. The degree of influence depends on the intensity of the negative impact, and can be reduced if environmental measures are implemented.
Problem Statement. The objective of this study is to monitor the water quality of the Glubokaya River in the Rostov region on different sections of the river and to assess the degree of anthropogenic impact.
Theoretical Part. Water quality studies were carried out in three channels of the Glubokaya River on the territory of the cities of Millerovo and Kamensk-Shakhtinsk, as well as near them. The content of ammonia, phosphorus was determined by spectrophotometric analysis methods and petroleum products by IR photometric analysis method. The results of the study of water quality in the reservoir are compared with the normative values for three years with a certain periodicity.
Conclusions. The results of the studies on changes in the chemical composition of water at various sites in dynamics, taking into account the degree of anthropogenic load, are analyzed.

Keywords: chemical composition, pollution of water bodies, anthropogenic impact.

For citation: Dymnikova O. V., Borman A. E. Dynamics of anthropogenic pollution of the Glubokaya River in the Rostov Region. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1: 48–56. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56

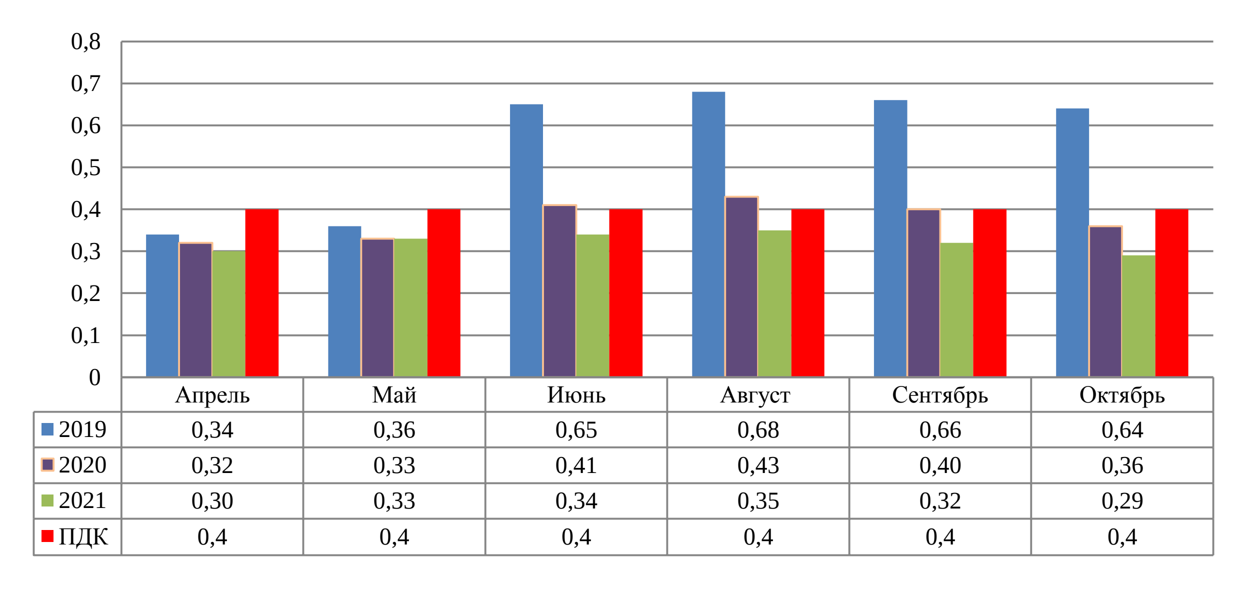
Введение. Ростовская область относится к промышленно развитым регионам. Многие местные крупные предприятия заняты в авиа- и машиностроении, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве, выпускают химическую продукцию и строительные материалы. Деятельность таких компаний негативно влияет на экологическую ситуацию. Речь идет о загрязнении воздуха и воды, об устаревших подходах к утилизации отходов производства и потребления, деградации почвенного покрова, участившихся случаях опасного выжигания сухой растительности. Улучшение состояния окружающей среды (в том числе и оздоровление водоемов) возможно только при комплексном подходе к решению экологических проблем.

Практически все водоемы Ростовской области подвергаются антропогенному воздействию различной степени интенсивности. Результаты многолетнего мониторинга загрязнения рек свидетельствуют о том, что особенно вредны сбросы сточных вод предприятий, а также поверхностные стоки, в том числе сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов[1]. В последние годы наблюдается постоянное ухудшение качества воды в реках Ростовской области, их обмеление и пересыхание. Возможные причины: изменение климата [1] и рост антропогенной нагрузки.

Постановка задачи. В рамках представленной работы изучено состояние реки Глубокой на территории городов Ростовской области Миллерово и Каменск-Шахтинский, а также в их окрестностях. Зафиксирована динамика изменения качества воды в течение трех лет. Названы основные источники негативного воздействия на водоем с учетом количественных и качественных характеристик загрязняющих веществ на разных участках реки.

Теоретическая часть. Объект исследования — качество воды реки Глубокая Ростовской области. Образцы отбирались в 2019–2021 гг. по ГОСТ 31861-2012[2] для определения гидрохимических показателей и химического состава воды. Наблюдение за изменениями количественных и качественных характеристик поступающих в водоем загрязняющих веществ сопоставляли с возможными причинами антропогенного воздействия.

В течение трех лет в теплые периоды проводился мониторинг качества воды на трех участках реки. Содержание аммиака и фосфора определяли спектрофотометрическими методами анализа, нефтепродуктов — с помощью инфракрасной (ИК) фотометрии по специальным методикам[3, 4, 5]. В рамках исследования проводили экспедиционный отбор проб воды шесть раз в год. Собрана информация обо всех факторах, влияющих на качество воды. Экспериментально определено содержание загрязняющих веществ [2] (рис. 1–8). Здесь и далее единица измерения концентрации и предельно допустимой концентрации (ПДК) — миллиграмм на кубический дециметр.



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,34	0,36	0,65	0,68	0,66	0,64
2020	0,32	0,33	0,41	0,43	0,40	0,36
2021	0,30	0,33	0,34	0,35	0,32	0,29
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Рис. 1. Концентрация NH_4 в реке Глубокой выше Миллерово

[1] Водный кадастр Российской Федерации. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование в качество / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. СПб, 2016. С. 163.
[2] ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М., 2019. С. 2–14.
[3] РД 52.24.383-2018. Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2018. С. 18–25.
[4] РД 52.24.382-2019. Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2019. С. 10–13.
[5] РД 52.24.476-2007. Массовая концентрация нефтепродуктов в водах. Методика выполнения измерений ИК-фотометрическим методом / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2007. С. 13–17.

Исследования показали, что основные загрязняющие вещества реки Глубокой — азот нитратный, фосфор и нефтепродукты. На рис. 1 представлена годовая концентрация соединений аммония в Глубокой выше Миллерово.

С июня по октябрь отмечено значительное превышение аммонийного азота. Это можно объяснить:

— влиянием сельскохозяйственной деятельности (поступлением с ливневыми стоками растворенных минеральных удобрений),

— снижением объема воды в наиболее засушливые периоды.

В апреле 2019 года выпало 43 мм осадков, что составило 108 % нормы, в мае — 77 мм (164 % нормы)[6, 7, 8]. Средние показатели температур представлены в таблице 1.

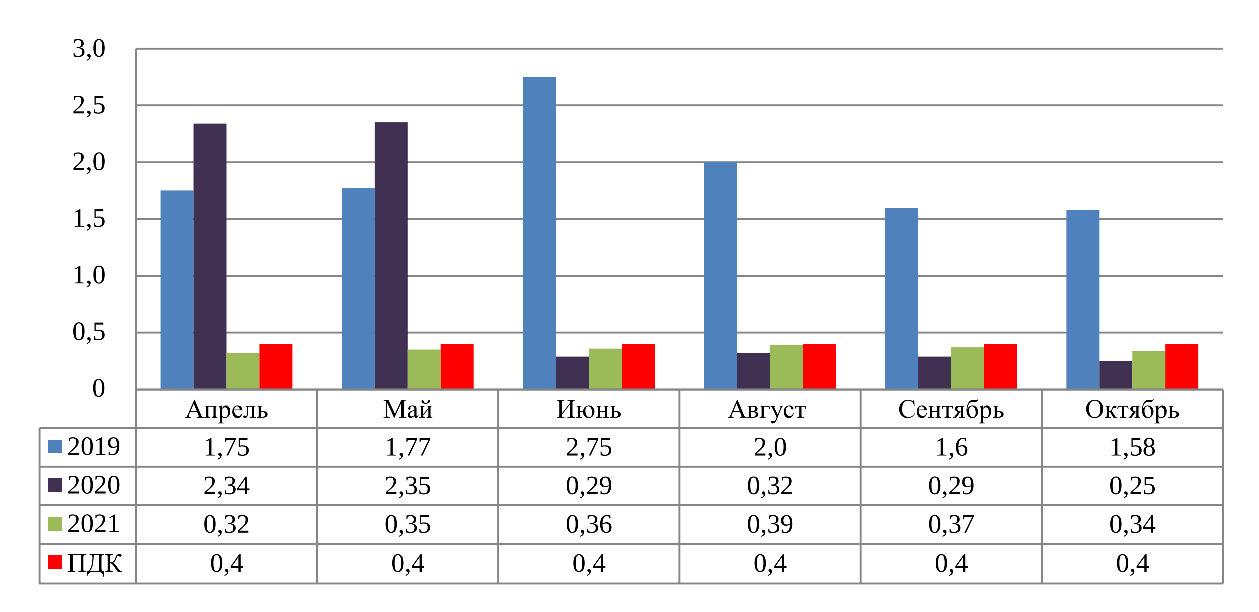
Таблица 1

Средние показатели температур в 2019–2021 гг., °C

Месяц	0,5 км выше Миллерово	0,5 км ниже Миллерово	В черте Каменска-Шахтинского
2019			
Апрель	10,6	14,1	13,0
Май	22,3	24,6	22,5
Июнь	24,2	18,9	24,6
Август	23,8	25,0	24,9
Сентябрь	19,5	20,2	20,0
Октябрь	12,9	13,1	13,4
2020			
Апрель	16,2	13,3	16,9
Май	26,4	25,5	26,2
Июнь	27,8	28,2	27,4
Август	26,5	20,0	25,6
Сентябрь	19,5	18,2	19,1
Октябрь	12,7	10,7	15,2
2021			
Апрель	8,6	7,7	7,9
Май	21,0	24,1	21,8
Июнь	21,6	17,6	20,1
Август	24,6	23,5	25,8
Сентябрь	16,4	16,7	17,8
Октябрь	5,2	5,9	6,8

На рис. 2 представлены данные о содержании аммонийных соединений в воде ниже по течению.

[6] Качество поверхностных вод и эффективность проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ЦМС ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2019. С. 38.
[7] То же. 2020 год.
[8] То же. 2021 год.

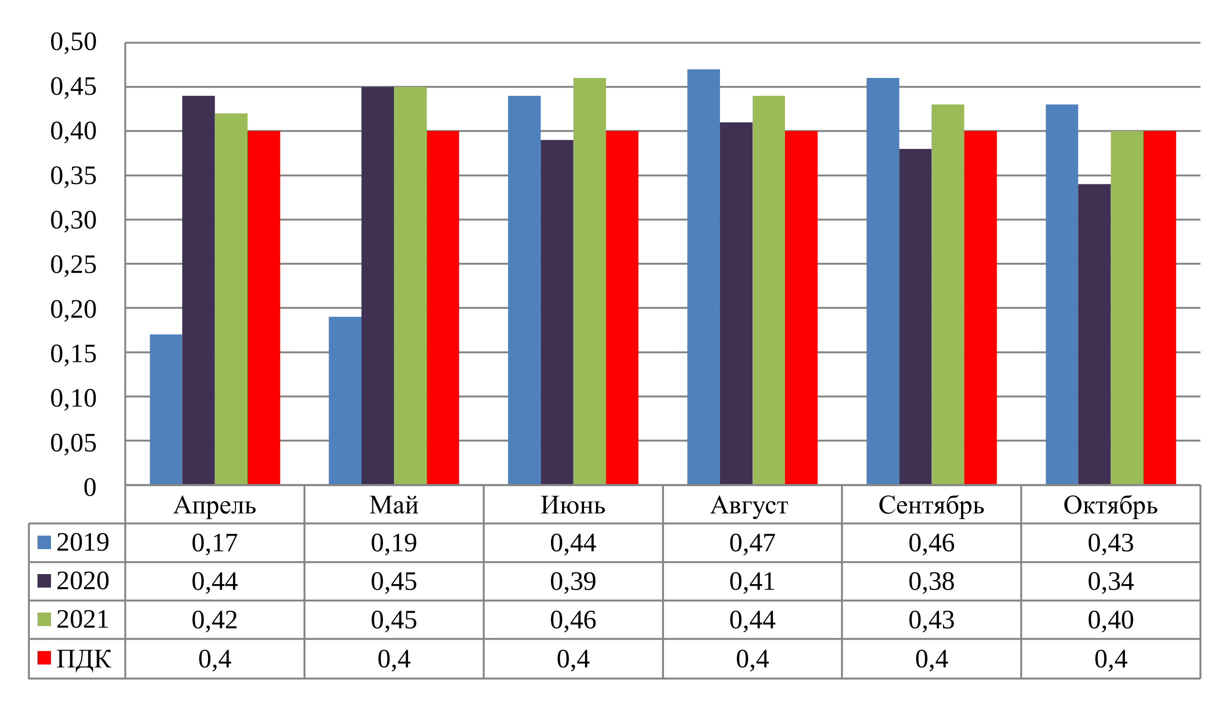


	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	1,75	1,77	2,75	2,0	1,6	1,58
2020	2,34	2,35	0,29	0,32	0,29	0,25
2021	0,32	0,35	0,36	0,39	0,37	0,34
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Рис. 2. Концентрация NH_4 в реке Глубокой ниже Миллерово

В данном случае очевиден многократный рост содержания аммонийных соединений. Аномальные концентрации зафиксированы в 2019 году. Это объясняется производственной активностью местных компаний. Наиболее крупные объекты, воздействующие на экологию, — это Миллеровский глюкозно-мальтозный комбинат и Водоканал. В 2020 и 2021 гг. интенсивность негативного влияния на реку снизилась в связи с остановкой предприятий.

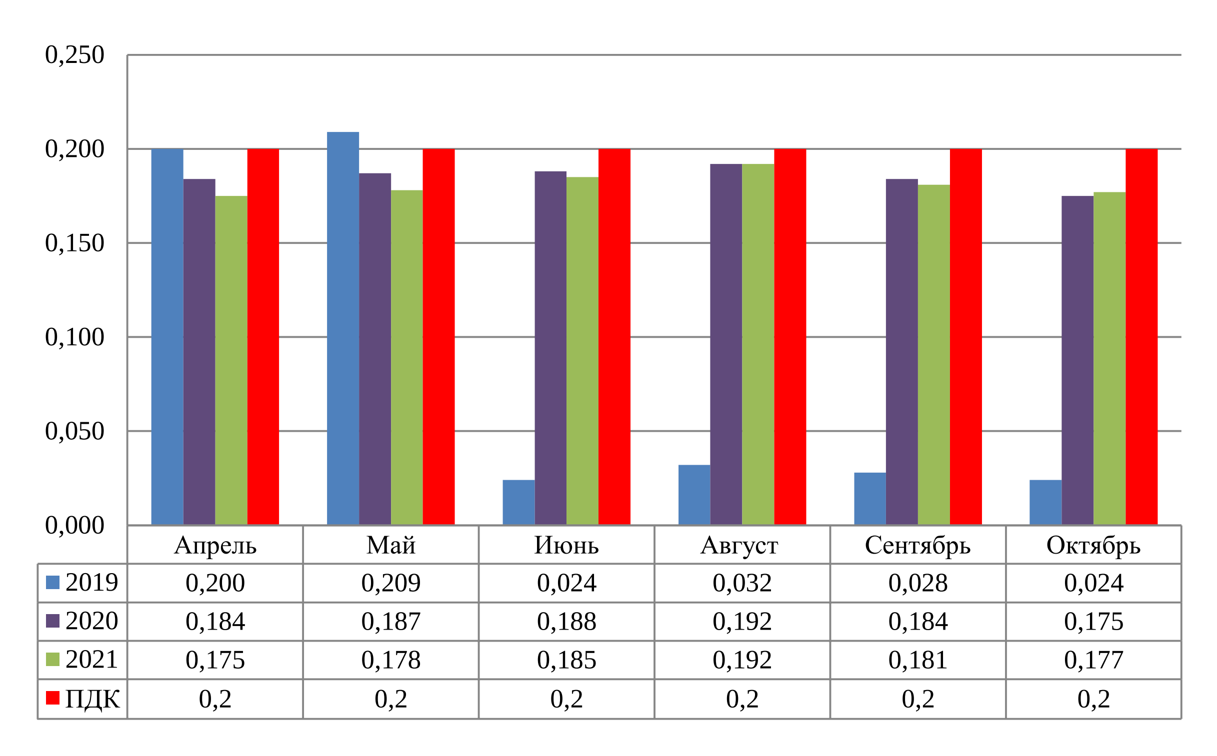
На рис. 3 приведены данные мониторинга Глубокой в районе Каменска-Шахтинского, расположенного на 90 км ниже по течению. Отмечено некоторое снижение концентрации аммонийных соединений за счет механизма самоочищения водоема.



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,17	0,19	0,44	0,47	0,46	0,43
2020	0,44	0,45	0,39	0,41	0,38	0,34
2021	0,42	0,45	0,46	0,44	0,43	0,40
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

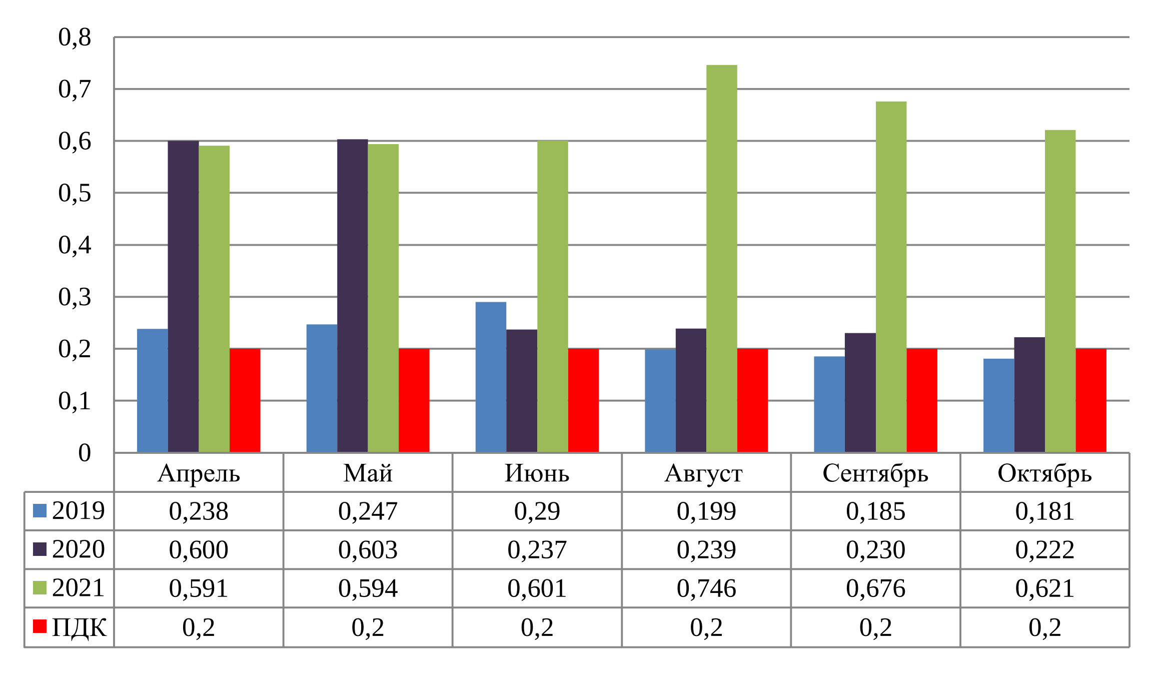
Рис. 3. Концентрация NH_4 в реке Глубокой в районе Каменска-Шахтинского

На рис. 4–6 показана динамика концентрации фосфатов в Глубокой в течение года.



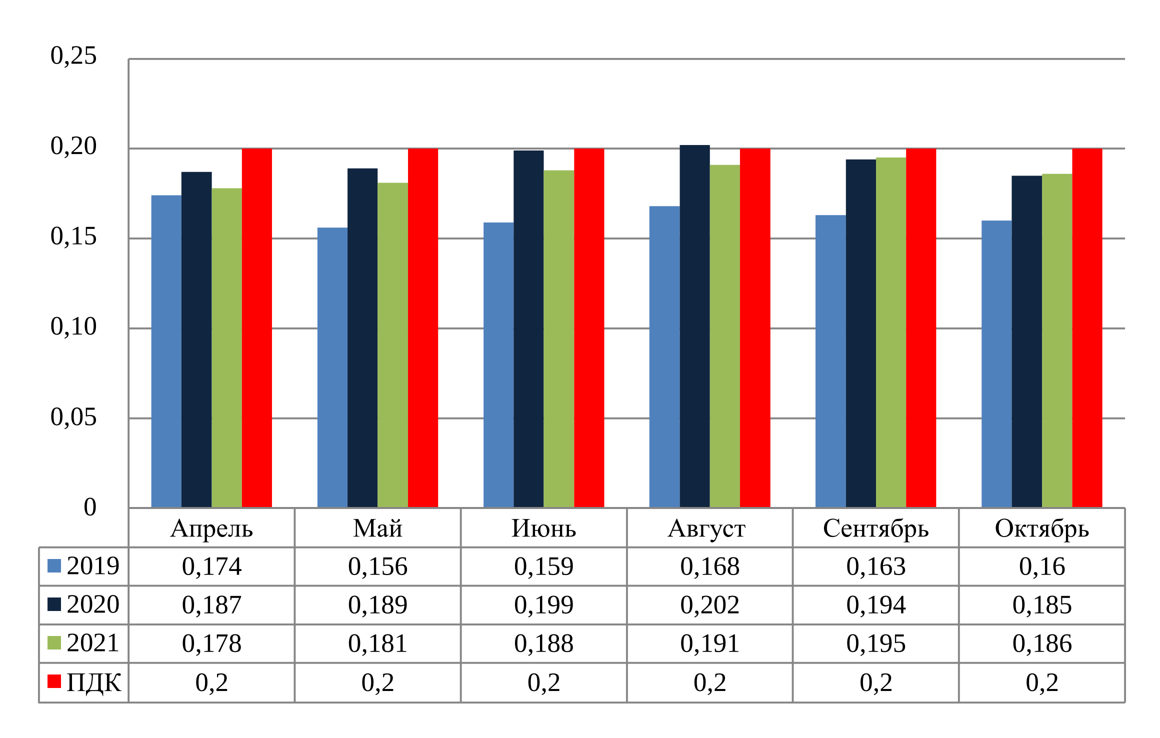
	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,200	0,209	0,024	0,032	0,028	0,024
2020	0,184	0,187	0,188	0,192	0,184	0,175
2021	0,175	0,178	0,185	0,192	0,181	0,177
ПДК	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Рис. 4. Концентрация PO_4 в реке Глубокой выше Миллерово



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,238	0,247	0,29	0,199	0,185	0,181
2020	0,600	0,603	0,237	0,239	0,230	0,222
2021	0,591	0,594	0,601	0,746	0,676	0,621
ПДК	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Рис. 5. Концентрация PO_4 в реке Глубокой ниже Миллерово

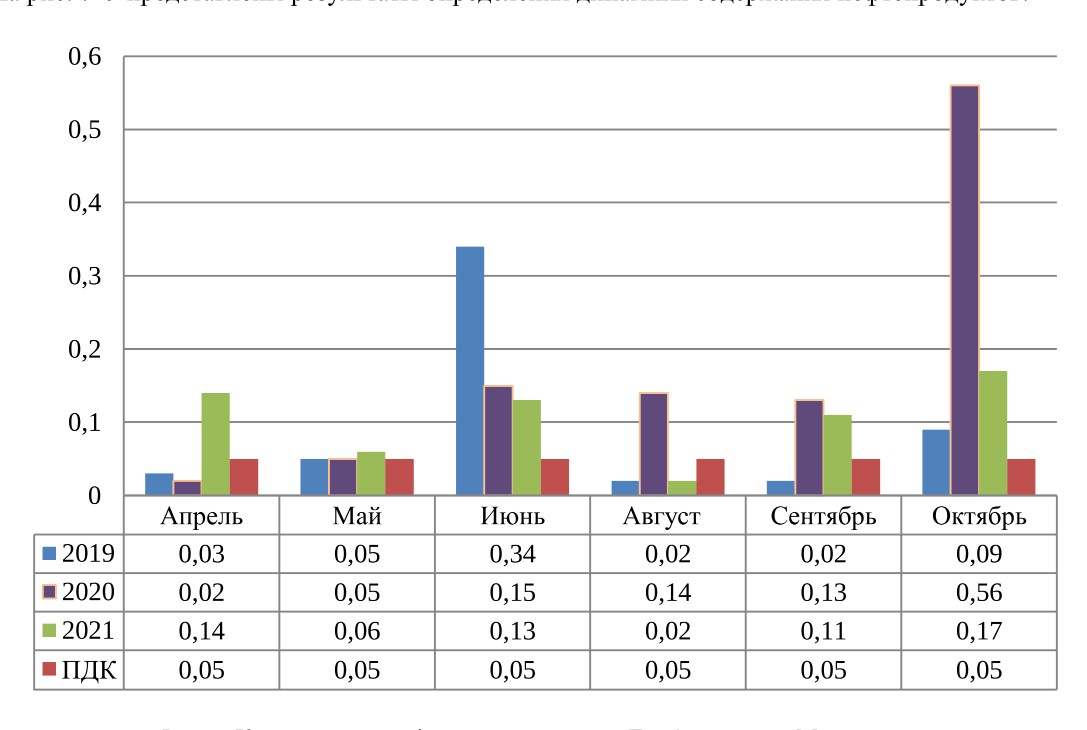


	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,174	0,156	0,159	0,168	0,163	0,16
2020	0,187	0,189	0,199	0,202	0,194	0,185
2021	0,178	0,181	0,188	0,191	0,195	0,186
ПДК	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Рис. 6. Концентрация PO_4 в реке Глубокой в районе Каменска-Шахтинского

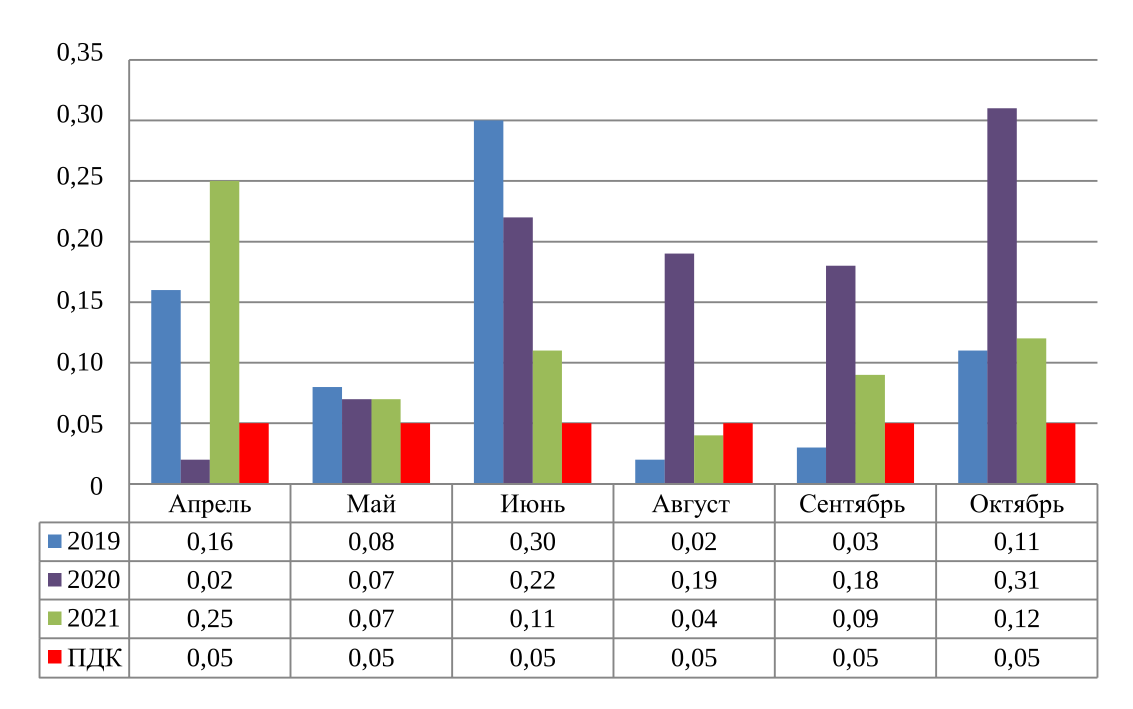
Данные мониторинга позволяют сделать вывод о неблагоприятном воздействии на реку предприятий и урбоэкосистемы Миллерово. Наибольшее превышение концентрации фосфатов зафиксировано в 2021 году в воде ниже города по течению.

На рис. 7–9 представлены результаты определения динамики содержания нефтепродуктов.



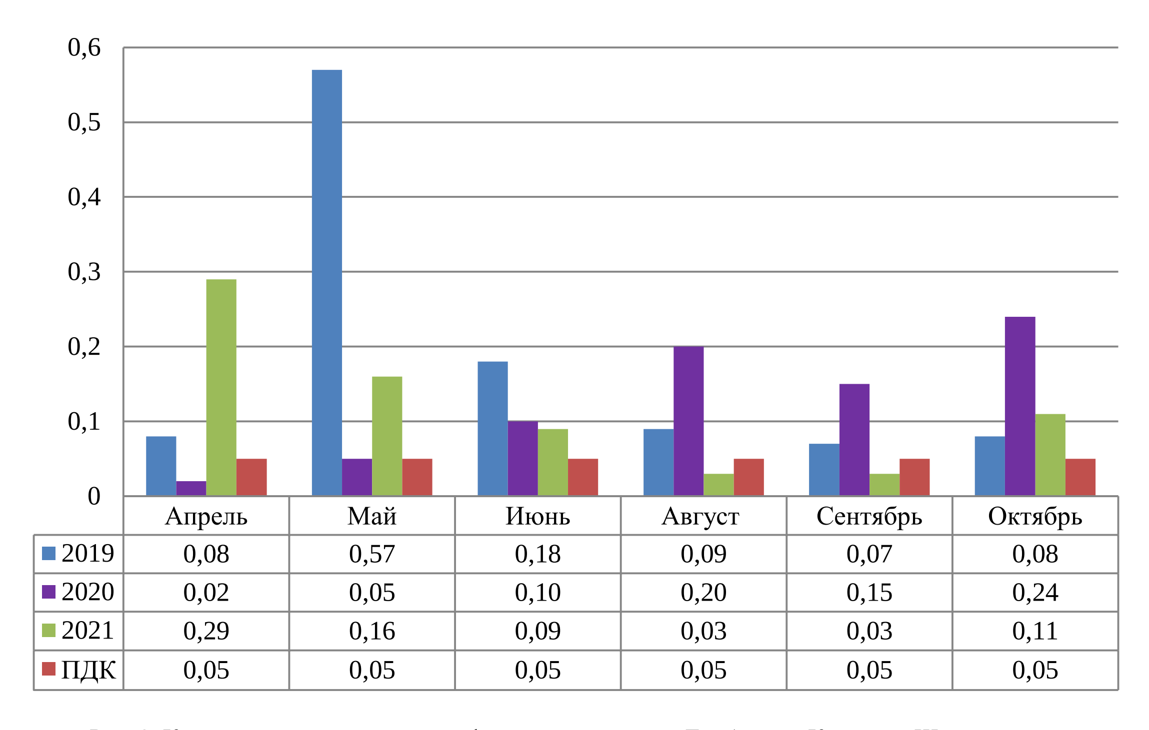
	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,03	0,05	0,34	0,02	0,02	0,09
2020	0,02	0,05	0,15	0,14	0,13	0,56
2021	0,14	0,06	0,13	0,02	0,11	0,17
ПДК	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Рис. 7. Концентрация нефтепродуктов в реке Глубокой выше Миллерово



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,16	0,08	0,30	0,02	0,03	0,11
2020	0,02	0,07	0,22	0,19	0,18	0,31
2021	0,25	0,07	0,11	0,04	0,09	0,12
ПДК	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Рис. 8. Концентрация нефтепродуктов в реке Глубокой ниже Миллерово



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,08	0,57	0,18	0,09	0,07	0,08
2020	0,02	0,05	0,10	0,20	0,15	0,24
2021	0,29	0,16	0,09	0,03	0,03	0,11
ПДК	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Рис. 9. Концентрация загрязнения нефтепродуктами реки Глубокой в Каменске-Шахтинском

Загрязнение нефтепродуктами происходит в любое время на всех участках реки. Это позволяет говорить о несанкционированных сбросах, за которые ответственны и юридические, и физические лица. По статистике, нефтепродукты — наиболее распространенные загрязнители окружающей среды. Это обусловлено широкой номенклатурой составов с нефтепродуктами, используемых в промышленности и в быту. Уровень загрязнения снижался в периоды локдауна.

В таблице 2 сведены результаты мониторинга, которые позволяют отследить динамику среднегодовых показателей загрязнения реки в Миллерово.

Таблица 2

Динамика показателей загрязнения реки Глубокой в Миллерово (2019–2021 год), мг/дм^3

Показатель	Год			ПДК
	2019	2020	2021	
O_2	7,43	7,16	7,81	4,0
БПК$_{полн.}$	3,37	3,27	3,30	2,0
NH_4	1,9	0,97	0,35	0,5 (0,4N)
NO_3	0,37	0,38	0,50	40 (9,0N)
NO_2	0,05	0,06	0,08	0,08 (0,02N)
Нефтепродукты	0,12	0,16	0,11	0,05
Fe$_{общ}$	0,52	0,61	0,65	0,1
PO_4	0,22	0,36	0,63	0,2
Ca^{2+}	201,2	321,6	301,9	180
Mg^{2+}	121,6	193,8	182,2	40,0
Na+K	480,8	163,8	222,4	120
SO_4	610,5	769,5	757,2	100
Cl	642,2	524,8	549,4	300
Минерализация	2572	2483	2511	1000

Для оценки качества реки Глубокой на территории Миллеровского и Каменского районов рассчитали удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) и сопоставили с ПДК.

Количественный химический анализ зафиксировал превышение ПДК сульфатов, общего железа, БПК$_5$, трех форм азота, фосфатов и нефтепродуктов.

В среднем, УКИЗВ — в пределах 4-го класса разрядов «А» и «Б» с оценкой «грязная». Уровень загрязнения воды колеблется от «грязной» до «очень грязной».

По результатам исследования можно сделать вывод, что в 2019–2021 гг. все показатели превышали предельно допустимые значения. Это свидетельствует о нарушении п. 6 ст. 56 Водного кодекса РФ[9].

Влияние промышленных и коммунально-бытовых водозаборов на речной сток особенно значимо в районе крупных городов [3]. Наиболее серьезные источники загрязнения реки Глубокой — коммунальные и производственные сточные воды. На качество воды негативно влияют глюкозно-мальтозный комбинат, Водоканал и другие миллеровские предприятия.

По критериям качества определяется состояние водных объектов, а также пригодность воды для обитания и развития промысловых рыб и организмов [4]. В Ростовской области отмечено активное заиливание русел малых рек, распространение в них древесно-кустарниковой растительности, наличие многочисленных неинженерных сооружений. Все это ведет к деградации водных ресурсов и препятствует их использованию в качестве источников водоснабжения. Снижается водоносность и рыбохозяйственная значимость водоемов. Кроме того, в большинстве случаев заиливание и зарастание русел препятствует безаварийному пропуску паводковых вод, что чревато затоплением и подтоплением территорий 179 населенных пунктов Ростовской области.

Выводы. Анализ состояния водоемов Ростовской области на примере реки Глубокой подтвердил дефицит качественных водных ресурсов. Выявлено несоответствие состояния поверхностных вод действующим нормативам. Такая ситуация препятствует устойчивому снабжению территорий питьевой и технической водой.

Библиографический список

1. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2019 году / Под ред. М. В. Фишкина. — Ростов-на-Дону : Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области, 2020. — С. 48–50.

2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. Л. В. Боевой. — Ростов-на-Дону : НОК, 2009. — 21 с.

[9] Водный кодекс Российской Федерации № 74-ФЗ / Государственная Дума ; Совет Федерации // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 14.11.2021).

3. Владимиров, А. М. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши / А. М. Владимиров, В. Г. Орлов. — Санкт-Петербург : РГГМУ, 2009. — С. 220. — URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515133320.pdf (дата обращения: 12.11.2021).

4. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод. Часть 1. Анализ и оценка качества природных вод. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2007. — С. 154–157.

Поступила в редакцию 25.11.2021
Поступила после рецензирования 20.12.2021
Принята к публикации 21.12.2021

Об авторах:

Дымникова Ольга Валентиновна, заведующая кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат химических наук, доцент, ORCID, dymoval@mail.ru.

Борман Анна Эдвиновна, магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, anutka7mai@gmail.com.

Заявленный вклад соавторов:

О. В. Дымникова — научное руководство, анализ результатов исследований, доработка текста, формирование выводов; А. Э. Борман — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, проведение экспериментальных исследований, подготовка текста.